

[Aus dem Kaiser und Kaiserin Friedrich-Kinderkrankenhaus in Berlin.]

Beschaffenheit und Wechsel der Luft in den Krankenzimmern des Kaiser und Kaiserin Friedrich-Krankenhauses in Berlin.¹

Von

Dr. Eugen Doernberger,
ehemal. Volontärassistentenarzt.

Die folgenden Untersuchungen sollen Auskunft geben über die Reinheit der Luft in den Zimmern bei Belegung mit ebensoviel, weniger oder mehr Kranken als vorgesehen unter verschiedenen Ventilationsverhältnissen, ferner darüber, ob die eingerichtete künstliche Ventilation in jeder Hinsicht leistungsfähig sei.

Als Zeichen einer reinen oder verunreinigten Luft betrachten wir mit Pettenkofer einen niederen bzw. hohen Kohlensäuregehalt derselben, so lange wir kein besseres, gewisseres diagnostisches Merkmal kennen.

Die zweite Frage löst sich durch Berechnung der Luftmengen, welche die Ventilation unter wechselnden Umständen pro Kopf und Stunde liefert.

Zur Bestimmung der Kohlensäuremengen wurde die, namentlich für denjenigen, der nicht Hygieniker von Fach ist, sehr leicht zu handhabende Pettenkofer'sche Methode gewählt.

Man hat derselben verschiedene Vorwürfe gemacht. Den Blochmann's, dass die über die Untersuchungsflasche gestülpte Kautschukkappe beim Schütteln Kohlensäure absorbire, hat Bitter² dadurch entkräftet, dass er durch Einlegen von Gummikappen in die mit Luft geschüttelte Barytlösung den Titer nicht verändern konnte.

¹ Auszüglich bei A. Baginsky, *Arbeiten aus dem Kaiser und Kaiserin Friedrich-Kinderkrankenhause 1891*: Luftverhältnisse im Kaiser und Kaiserin Friedrich-Kinderkrankenhause von Dr. Doernberger.

² Bitter, Methode zur Bestimmung des CO₂-Gehaltes der Luft. *Diese Zeitschrift*. Bd. IX.

Ein zweiter angeblicher Fehler, dass nämlich aus dem Flaschenglase Alkali frei werde, das die Resultate ungenau mache, wird wohl auch anderen Methoden zukommen, wenn er überhaupt in Anschlag zu bringen ist.

Ein dritter ist nicht vermeidlich. Beim Umschütten von einem Glase in's andere und beim Titriren selbst kann die Flüssigkeit CO_2 aufnehmen. Diese Fehlerquelle compensirt sich aber, da ja das Resultat aus der Differenz des reinen und des mit Luft geschüttelten Barytwassers gezogen wird. Diese Fehler bewegen sich auch bei grösster Sorgfalt, wie auch Liebermeister¹ angiebt, zwischen 0.1 bis 0.3 ccm bei mehrmaligem Titriren derselben Flüssigkeit.

Eine später titrirte Probe kann während des Oeffnens des Glases, des Aufsaugens der zuerst zu prüfenden 25 ccm u. s. w. aus der Luft Kohlensäure aufnehmen, doch sie muss nicht. Dasselbe kann sich während des Titrirens ereignen, namentlich bei der ersten Titrirung, wo wir den Titer langsam zufließen lassen. Doch hält nicht constant die schneller titrirte Flüssigkeit auch weniger CO_2 . Dafür einige Beispiele:

| Probe I langsam | II schnell | III schnell titirt |
|-----------------|------------|--------------------|
| 17.6 | 17.4 | 17.5 |
| 20.3 | 20.3 | 20.6 |
| 21.4 | 21.2 | 21.4 |
| 21.8 | 21.6 | 21.8 |
| 18.0 | 18.1 | 18.1 |
| 14.4 | 14.4 | 14.4 |
| 19.9 | 19.9 | 19.9 |
| 20.3 | 20.3 | 20.3 |
| 21.3 | 21.3 | 21.3 |
| 18.3 | 18.2 | 18.1 |

Cubikcentimeter Oxalsäure bis zur Neutralisation.

Man hat Verschiedenes zur Correctur solcher Fehler, die mehr oder minder allen Methoden anhaften, vorgeschlagen und verweise ich in dieser Beziehung auf Bitter.²

Nach des Letzteren Vorschlage titirte ich einen Theil der Lösungen so, dass ich auf ein Erlenmeyer'sches Kölbchen einen gut passenden, doppelt durchbohrten Gummipropf setzte, in dessen eine Oeffnung ein Glasstäbchen gesteckt wurde. Durch die andere wurde zuerst die Pipette geschoben und schnell die zu titirenden 25 ccm Lösung eingelassen, dann ein Paar Tropfen Rosolsäurelösung zugefügt und zum Schlusse das Ende

¹ Liebermeister, *Archiv für klinische Medicin*. Bd. VII. S. 100.

² A. a. O.

der mit dem Titer (Oxalsäurelösung) gefüllten Quetschhahnbürette eingesetzt. Beim Titrieren muss man zeitweilig das Glasstäbchen heben. Es ist das eine einfache Aenderung Bitter's, die sicher Beachtung verdient, wenn auch allerdings selbst hier Differenzen bis zu 0.2^{ccm} vorkommen.

Auch dazu einige Zahlen:

| I langsam | II schnell | III schnell titirt. |
|----------------------|----------------------|---------------------|
| 16.0 m. ¹ | 16.0 m. | |
| 16.2 m. | 16.2 m. | |
| 16.2 m. | 16.3 o. ² | 16.2 m. |
| 17.0 m. | 17.0 m. | |
| 17.5 m. | 17.5 m. | |
| 19.8 m. | 19.8 m. | |
| 19.8 m. | 19.9 o. | |
| 20.9 m. | 20.9 o. | |
| 21.5 m. | 21.5 m. | |
| 21.8 m. | 21.6 m. | 21.8 o. |
| 21.8 m. | 22.0 o. | |
| 21.9 m. | 22.0 m. | |
| 21.9 m. | 21.9 o. | |
| 22.2 m. | 22.2 m. | |
| 22.2 m. | 22.2 o. | |
| 22.2 m. | 22.2 o. | |
| 22.3 m. | 22.3 m. | 22.3 o. |
| 22.4 o. | 22.5 m. | 22.4 o. |

Wenden wir uns nun den CO₂-Bestimmungen selbst zu, über welche die folgenden Tabellen Aufschluss geben. (Erwähnen möchte ich vorher, dass D. Diphtheriepavillon, P. poliklinisches Gebäude mit Interimsstation, S. Scharlachpavillon bezeichnet.) Bezüglich der Ventilationsart bemerke ich, dass die Luftzuleitung durch Canäle erfolgt, die nach Aussen mit grösseren Luftschächten und Kammern in Verbindung stehen, in welch' letzteren sie über geheizte Dampfrohre geführt und so vorgewärmt werden kann. Die Luftabfuhr geschieht durch zwei Oeffnungen, die eine in Decken-, die andere in Bodennähe, welche beide in Schlote führen. Diese communiciren mit dem grösseren Abluftschacht, wo durch Dampfrohren Aspiration entsteht.³

¹ m. bedeutet mit Pfpfen.

² o. bedeutet ohne Pfpfen.

³ Details in *Arbeiten aus dem Kaiser und Kaiserin Friedrich-Kinderkrankenhause*. S. 1 ff.; S. 11 u. 40.

| Versuchs-Nr. | Datum | Stunde | Zimmer und Abtheilung | Belegt mit Kindern | Zuführung vorgewärmter Luft | | Aspiration der Zimmerluft stets $\frac{2}{3}$ ¹ | |
|--------------|---------|---|--------------------------|--|---|--|---|---|
| | | | | | Klappen- stellung | Maass ¹ der Zuström. | obere Klappe | untere Klappe |
| 1 | 17./II. | 5 ^h N. | 27 P. | 3 | offen | $\frac{2}{3}$ | offen | geschl. |
| 2 | 18./II. | 9 ^h V. 11 ^h V. | 27 P. | 3 3 | offen „ | $\frac{2}{3}$ $\frac{2}{3}$ | offen geschl. | geschl. offen s. 2 St. |
| 3 | 19./II. | 7 ^h V. 9 ^h 15' V. 11 ^h 45' V. 3 ^h N. | 27 P. | 3 3 3 3 | offen „ „ „ | $\frac{2}{3}$ $\frac{2}{3}$ $\frac{2}{3}$ $\frac{2}{3}$ | offen geschl. „ offen s. 2 St. | geschl. offen seit 2 Std. offen geschl. |
| 4 | 2./III. | 7 ^h 30' V. 9 ^h 45' V. 12 ^h M. 4 ^h 15' N. | 17 S. | 1 2 seit 2 Std. 2 1 seit 2 Std. | offen „ „ „ | $\frac{1}{3}$ $\frac{1}{3}$ $\frac{1}{3}$ $\frac{1}{3}$ | offen „ „ „ | geschl. „ „ „ |
| 5 | 17./II. | 9 ^h V. 12 ^h 30' N. 7 ^h 30' N. | 33 P. | 3 1 seit 3 Std. 3 seit 2 Std. | offen „ „ | $\frac{2}{3}$ $\frac{2}{3}$ $\frac{2}{3}$ | geschl. „ „ | offen „ „ |
| 6 | 19./II. | 7 ^h V. 9 ^h 15' V. 11 ^h 45' V. 3 ^h N. | 33 P. | 3 3 3 3 | offen „ geschlossen seit 2 Std. geschl. | $\frac{2}{3}$ $\frac{2}{3}$ — — | geschl. offen seit 2 Std. geschl. offen s. 2 St. | offen geschl. offen seit 2 Std. geschl. |
| 7 | 20./II. | 7 ^h V. 9 ^h 30' V. 12 ^h M. 2 ^h 30' N. 5 ^h N. 7 ^h 30' N. | 27 P. | 3 3 3 3 3 3 | offen „ „ „ „ „ | $\frac{2}{3}$ $\frac{2}{3}$ $\frac{2}{3}$ $\frac{2}{3}$ $\frac{2}{3}$ $\frac{2}{3}$ | geschl. „ „ „ „ „ | offen „ „ „ „ „ |
| 8 | 20./II. | 3 ^h N. | 33 P. | 1 seit 3 Std. | offen | $\frac{2}{3}$ | geschl. | offen |
| 9 | 21./II. | 5 ^h N. 7 ^h 30' N. | 33 P. | 1 3 seit 2 Std. | offen „ | $\frac{2}{3}$ $\frac{2}{3}$ | geschl. „ | offen „ |

¹ Dasselbe wird im Maschinenraum durch Ventilstellung von $\frac{3}{8}$ bis $\frac{1}{3}$ regulirt.

² Die Dampfheizkörper in der poliklinischen Abtheilung lassen sich nur öffnen und

| Thüre | Heizkörper | | Zimmer- temperatur Grad C. | Barometer- stand mm | Wind- stärke 0—12 | Cem CO ₂ in 1000 ^{ccm} Luft | Bemerkungen. |
|------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------------|--|---|
| | Stellung der Ventile | Maass ¹ der Zuström. | | | | | |
| offen | geschl. | — | 21·25 | 771·0 | 2 ² | 0·86 | |
| offen | geschl. | — | 20·0 | 772·0 | 2 | 0·61 | |
| „ | „ | — | 20·0 | 772·0 | 2 | 0·66 | |
| offen | geschl. | — | 21·25 | 773·4 | 2 | 1·13 | Schwüle dumpfige Atmosphäre. |
| geschl. seit 2 Std. | geschl. | — | 21·0 | 773·6 | 2 | 1·15 | |
| offen | offen ³ | — | 20·4 | 772·8 | 2 | 0·68 | |
| seit 2 Std. | seit 2 Std. | — | 21·25 | 772·4 | 2 | 0·56 | |
| offen | offen | — | 21·25 | 772·4 | 2 | 0·56 | |
| offen | geschl. | — | 19·4 | 755·5 | 3 | 0·44 | |
| „ | „ | — | 18·8 | 755·5 | 3 | 0·49 | |
| „ | offen s. 2 St. | $\frac{1}{3}$ | 20·0 | 754·8 | 3 | 0·48 | |
| „ | offen | $\frac{1}{3}$ | 18·8 | 754·7 | 3 | 0·44 | |
| geschl. seit 2 Std. | geschl. | — | 21·25 | 771·0 | 4 | 0·72 | |
| offen s. 3 St. | „ | — | 20·4 | 771·0 | 4 | 0·61 | |
| geschl. seit 2 Std. | „ | — | 22·5 | 771·0 | 4 | 1·16 | Eine Gasflamme seit 2 Std. |
| offen | geschl. | — | 21·25 | 773·4 | 2 | 1·14 | Gas vor 15 Min. gelöscht. Um 7 Uhr drückende, un- angenehme Luft. |
| geschl. seit 2 Std. | „ | — | 21·25 | 773·6 | 2 | 1·41 | |
| offen | offen | — | 20·0 | 772·8 | 2 | 0·60 | |
| seit 2 Std. | seit 2 Std. | — | 20·4 | 772·6 | 2 | 0·99 | |
| offen | offen | — | 20·4 | 772·6 | 2 | 0·99 | |
| offen | geschl. | — | 23·0 | 769·0 | 2 | 0·90 | |
| „ | „ | — | 22·0 | 769·0 | 2 | 0·51 | |
| „ | „ | — | 21·25 | 768·8 | 2 | 0·63 | |
| „ | „ | — | 20·40 | 768·8 | 2 | 0·70 | Um 5 ^h 30' 1 Gasflachbrenner angezündet. |
| „ | „ | — | 21·25 | 768·6 | 2 | 0·79 | |
| „ | „ | — | 21·25 | 768·6 | 1 | 1·1 | |
| offen | geschl. | — | 21·0 | 768·8 | 2 | 0·50 | |
| offen | geschl. | — | 20·0 | 771·0 | 2 | 0·66 | |
| geschl. seit 2 Std. | „ | — | 23·8 | 771·5 | 2 | 1·58 | Um 5 ^h 30' 1 Gasflamme. |

² Nach meteorologischen Berichten um 7^h V., 2^h N., 9^h A.
schliessen ohne bestimmtes Maass der Regulirung.

| Versuchs-Nr. | Datum | Stunde | Zimmer und Abtheilung | Belegt mit Kindern | Zuführung vorgewärmter Luft | | Aspiration der Zimmerluft stets $\frac{2}{3}$ | |
|--------------|----------|------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------|---|---------------|
| | | | | | Klappenstellung | Maass der Zuström. | obere Klappe | untere Klappe |
| 10 | 5./III. | 7 ^h V. | 5 D. | 4 | offen | $\frac{1}{3}$ | geschl. | offen |
| | | 9 ^h V. | | 4 | " | $\frac{1}{3}$ | " | " |
| | | 11 ^h V. | | 4 | " | $\frac{1}{3}$ | " | " |
| | | 1 ^h N. | | 4 | " | $\frac{1}{3}$ | " | " |
| | | 3 ^h N. | | 4 | " | $\frac{1}{3}$ | " | " |
| | | 5 ^h N. | | 2 | " | $\frac{1}{3}$ | " | " |
| | | 7 ^h A. | | 2 | " | $\frac{1}{3}$ | " | " |
| 11 | 9./III. | 8 ^h V. | 5 D. | 3 | offen | $\frac{1}{3}$ | geschl. | offen |
| | | 9 ^h V. | | 3 (+ 3) | " | $\frac{1}{3}$ | " | " |
| | | 12 ^h M. | | 3 | " | $\frac{1}{3}$ | " | " |
| | | 1 ^h 15' N. | | 3 | " | $\frac{1}{3}$ | " | " |
| | | 4 ^h 15' N. | | 3 | " | $\frac{1}{3}$ | " | " |
| | | 5 ^h 30' N. | | 3 | " | $\frac{1}{3}$ | " | " |
| 12 | 10./III. | 9 ^h V. | 5 D. | 3 | offen | $\frac{1}{3}$ | geschl. | offen |
| 13 | 10./III. | 12 ^h M. | 9 D. | leer seit 2 Std. | offen | $\frac{1}{3}$ | geschl. | offen |
| | | 4 ^h 15' N. | | | " | $\frac{1}{3}$ | " | " |
| | | 5 ^h 30' N. | | | " | $\frac{1}{3}$ | " | " |
| | | 6 ^h 45' N. | | | " | $\frac{1}{3}$ | " | " |
| 14 | 26./II. | 7 ^h 30' V. | 17 S. | 2 | offen | $\frac{1}{3}$ | geschl. | offen |
| | | 9 ^h 45' V. | | 2 (+ 3) | " | $\frac{1}{3}$ | " | " |
| 15 | 1./III. | 9 ^h 45' V. | 17 S. | 2 | offen | $\frac{1}{3}$ | geschl. | offen |
| | | 11 ^h 45' V. | | 1 seit 2 Std. | " | $\frac{1}{3}$ | " | " |
| 16 | 3./III. | 9 ^h 45' V. | 17 S. | 2 | offen | $\frac{1}{3}$ | halboffen | halboffen |
| | | 12 ^h M. | | | " | $\frac{1}{3}$ | " | " |
| | | 3 ^h 45' N. | | | geschl. seit 2 Std. | — | " | " |
| | | 6 ^h N. | | | offen seit 2 Std. | $\frac{1}{3}$ | " | " |

| Thüre | Heizkörper | | Zimmer- temperatur Grad C. | Barometer- stand mm | Wind- stärke 0—12 | Cem CO ₂ in 1000 cem Luft | Bemerkungen. |
|------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------------|---|--|
| | Stellung der Ventile | Maass der Vorwärm. | | | | | |
| offen | geschl. | | 20.0 | 751.0 | 6 | 0.46 | Gas um 6 ^h gelöscht. Um 4 ^h 45' 1 Kind gestorben. 1 Kind entfernt. Um 6 ^h 1 Gasfl. |
| " | " | | 20.0 | 751.0 | 6 | 0.46 | |
| " | " | | 21.25 | 751.3 | 7 | 0.43 | |
| " | " | | 21.25 | 751.4 | 7 | 0.44 | |
| " | " | | 22.0 | 752.0 | 8 | 0.52 | |
| " | " | | 18.8 | 752.8 | 6 | 0.43 | |
| " | " | | 22.0 | 754.0 | 5 | 0.92 | |
| offen | geschl. | | 20.0 | 747.8 | still | 0.46 | Um 9 ^h ärztl. Visite, 3 Person. |
| " | " | | 21.25 | 748.2 | " | 0.92 | |
| geschl. seit 1 Std. | " | | 22.0 | 749.2 | 2 | 0.74 | |
| offen seit 1 Std. | " | | 20.0 | 749.5 | 2 | 0.54 | |
| offen | offen seit 1 Std. | 1/3 | 20.4 | 750.7 | 2 | 0.48 | |
| geschl. seit 1 Std. | offen | | 21.25 | 751.5 | 2 | 0.70 | |
| offen | geschl. | | 18.8 | 745.8 | 2 | 0.59 | Um 5 ^h 45' 1 Gasflamme. |
| geschl. seit 2 Std. | offen | 1/3 | 18.8 | 744.6 | 2 | 0.52 | |
| geschl. | geschl. seit 4 Std. | | 17.5 | 743.2 | 2 | 0.49 | |
| offen s. 1 St. | geschl. | | 17.5 | 743.2 | 2 | 0.42 | |
| offen | " | | 19.4 | 743.2 | 2 | 0.67 | |
| offen | geschl. | | 16.3 | 764.4 | 2 | 0.48 | |
| geschl. vor 2 Std. | " | | 20.0 | 764.4 | 2 | 0.85 | Gas vor 1 1/4 Std. gelöscht. Aerztl. Visite um 9 ^h 45', 3 Personen. |
| geschl. seit 2 Std. | geschl. | | 20.6 | 761.0 | 2 | 0.66 | Keine Visite. |
| " | " | | 20.0 | 760.0 | 2 | 0.53 | |
| offen | offen seit 2 Std. | 1/3 | 20.0 | 753.9 | 3 | 0.53 | |
| " | geschl. seit 2 Std. | | 19.4 | 754.1 | 3 | 0.57 | |
| " | " | | 18.0 | 755.2 | 3 | 0.55 | |
| " | " | | 18.8 | 756.1 | 2 | 0.53 | |

| Versuchs-Nr. | Datum | Stunde | Zimmer und Abtheilung | Belegt mit Kindern | Zuführung vorgewärmter Luft | | Aspiration der Zimmerluft stets $\frac{2}{3}$ | |
|--------------|----------|-----------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------------|--------------------|---|---------------|
| | | | | | Klappenstellung | Maass der Zuström. | obere Klappe | untere Klappe |
| 17 | 6./III. | 7 ^h V. | 5 D. | 3 | offen | $\frac{1}{3}$ | halboffen | halboffen |
| | | 9 ^h V. | | 3 (+ 3) | " | $\frac{1}{3}$ | " | " |
| | | 11 ^h V. | | 2 seit 2 Std. | " | $\frac{1}{3}$ | " | " |
| | | 1 ^h N. | | 2 | " | $\frac{1}{3}$ | " | " |
| | | 3 ^h 15' N. | | 2 | " | $\frac{1}{3}$ | offen s. 2 St. | geschl. |
| | | 5 ^h 30' N. | | 2 | " | $\frac{1}{3}$ | offen | " |
| 18 | 24./II. | 9 ^h V. | 17 S. | 1 | geschl. | — | geschl. | offen |
| | | 12 ^h M. | | 1 | " | | " | " |
| | | 3 ^h N. | | 1 | " | | " | " |
| | | 6 ^h N. | | 1 | " | | " | " |
| | | 9 ^h A. | | 1 | " | | " | " |
| 19 | 25./II. | 7 ^h V. | 17 S. | 2 | geschl. | — | geschl. | offen |
| | | 9 ^h V. | | 2 | " | | " | " |
| | | 11 ^h V. | | 2 | " | | " | " |
| | | 3 ^h N. | | 2 | " | | " | " |
| | | 5 ^h N. | | 2 | " | | " | " |
| | | 7 ^h A. | | 2 | " | | " | " |
| 20 | 21./II. | 9 ^h 30' V. | 33 P. | 3 | geschl. | — | halboffen | halboffen |
| | | 12 ^h M. | | 1 seit 2 Std. | " | | " | " |
| 21 | 11./III. | 9 ^h V. | Hof | | | | | |

Betrachten wir uns diese Tabelle so erkennen wir Folgendes:

Die Anzahl der im Zimmer anwesenden Personen ist von Einfluss auf die in der Zimmerluft enthaltene CO_2 , wie es natürlich ist. Werden ein oder mehrere Kinder aus den Zimmern entfernt oder den schon vorhandenen andere hinzugesellt, so finden wir beim nächsten Versuch niedere, bzw. höhere Zahlen, die nur bei Ueberbelegung oder unrichtiger Bedienung der Ventilationseinrichtung einen Gehalt von 0.7% übersteigen. Diese Steigerung wurde auch sehr deutlich, wenn zur Zeit oder direct nach der ärztlichen Visite gemessen wurde, die der Arzt nebst zwei Schwestern vornahm, und welche ungefähr $\frac{1}{2}$ Stunde dauerte. In den Zimmern 27 P. und 33 P. können wir einen mehrmals bei völlig functionirender künstlicher Ventilation, oft unter Beihülfe natürlicher durch die Thür, constatirten CO_2 -Gehalt von über 1% nur der Ueberbelegung zuschreiben. Denn sobald

| Thüre | Heizkörper | | Zimmer- temperatur Grad C. | Barometer- stand mm | Wind- stärke 0—12 | Ccm CO ₂ in 1000 ccm Luft | Bemerkungen. |
|------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------------|---|--------------------------------|
| | Stellung der Ventile | Maass der Vorwärm. | | | | | |
| offen | geschl. | — | 20·0 | 753·4 | 5 | 0·66 | Aerztl. Visite (3 Pers. mehr). |
| " | " | | 20·0 | 752·8 | 5 | 0·85 | |
| " | " | | 21·25 | 752·2 | 5 | 0·50 | |
| " | " | | 20·0 | 751·7 | 6 | 0·41 | |
| " | " | | 21·25 | 751·3 | 6 | 0·42 | |
| geschl. seit 2 Std. | " | | 20·4 | 751·0 | 6 | 0·66 | |
| offen | geschl. | — | 18·8 | 772·0 | still | 0·68 | 1 Gasflamme seit 20 Min. |
| " | offen s. 2 St. | $\frac{1}{3}$ | 18·8 | 772·0 | " | 0·66 | |
| " | " | $\frac{1}{3}$ | 20·0 | 771·7 | " | 0·86 | |
| " | " | $\frac{1}{3}$ | 20·0 | 771·1 | " | 0·66 | |
| " | " | $\frac{1}{3}$ | 20·0 | 770·5 | " | 0·88 | |
| offen | geschl. | — | 18·8 | 768·0 | 2 | 0·85 | Gas vor 1 Stunde gelöscht. |
| " | " | | 18·8 | 768·0 | 2 | 0·52 | |
| " | " | | 18·8 | 767·0 | 2 | 0·52 | |
| " | " | | 18·8 | 766·0 | 2 | 0·63 | Seit 1 Std. 1 Gasflachbrenner. |
| " | " | | 18·8 | 765·7 | 2 | 0·70 | |
| " | " | | 18·8 | 765·0 | still | 0·84 | |
| offen | geschl. | — | 20·0 | 769·5 | 2 | 1·01 | |
| " | " | | 18·8 | 770·0 | 2 | 0·62 | |
| | | | 18·6 | 738·8 | 2 | 0·42 | |

die Krankenzahl abnimmt, nimmt die CO₂-Menge ab und bewegt sich bei ursprünglich festgesetzter Belegung mit 1 Kind zwischen guter Luft entsprechenden Zahlengrenzen.

Von grosser Wichtigkeit ist die Zuführung von Luft, die durch Luftschachte geschieht, deren Oeffnungen 2^m vom Boden entfernt ausmünden. Solange durch die offene Thür natürliche Ventilation stattfindet, ist nach Verschluss der Zuführungsklappe meist nur geringe Luftverschlechterung zu constatiren, die jedoch öfters das Maass von 0·7 % CO₂ überstieg. Welch' günstigen Einfluss das Oeffnen der Thür bei schlechter Luft hat, ist in einigen Fällen deutlich durch Zahlen ausgedrückt.

Darüber, ob bei Aspiration der verdorbenen Luft durch die bei der Decke oder durch die beim Boden befindliche Oeffnung die Luft CO₂-ärmer werde, lässt sich ein abschliessendes Resultat aus meinen Untersuchungen nicht mit Sicherheit feststellen. Doch sieht man mehrmals

deutlich, bei Wechsel des Klappenschlusses, so dass statt durch die obere, durch die untere Oeffnung ventilirt wird, eine grössere CO_2 -Menge auftreten, allerdings nur einige Hundertstel Cubikcentimeter, und in umgekehrtem Falle eine Verbesserung. Einmal (in Versuch 6) ereignete sich das Umgekehrte, aber hier trat sicher die Verschlechterung nicht durch Ventilationsveränderung, sondern die schon vorhandene schlechte Luft wurde in dem überbelegten Zimmer bei verschlossener Thür überhaupt nicht genügend ventilirt, so dass die CO_2 -Menge stieg. Bei Zwischenstellung der Aspirationsklappen bewegten sich die gefundenen Zahlen zwischen 0.41 bei sonst normalen Verhältnissen und 1.01 ‰ bei behinderter Zuführung.

Um ganz sichere Auskunft über die Reinhaltung der Luft bei Abführung der verunreinigten in verschiedener Höhe des Zimmers zu haben, müsste man correspondirende Untersuchungen unter stets gleichen Zeit-, Raum- und Personal-Verhältnissen machen; man kann jedoch auch schon ohne dies im Allgemeinen sagen: Bei Aspiration durch die Oeffnung an der Decke wird der Untersucher, wenn er seine Luftprobe in Bethöhe in die Flasche einpumpt, bessere Resultate erhalten, weil der aufsteigende Luftstrom auch CO_2 aus den unteren in die oberen Schichten mitnimmt, ebenso wie Forster und E. Voit¹ sich die höheren CO_2 -Mengen in höheren Stockwerken erklärten.

Kommen wir nochmal zur natürlichen Ventilation durch die Thür zurück (die Fenster blieben der Regel nach zur Untersuchungszeit, im Winter, geschlossen). Solange die Thür offen ist, überall, auch in den Zimmern, die mehr Kranke als gehörig enthalten, ist die Luft CO_2 -arm. Sobald sie geschlossen war, wird die CO_2 -Menge grösser, namentlich Morgens, wenn die Luft während der Nacht und Abends durch das Brennen von Gas schon verunreinigt ist. In den Zimmern der Poliklinik wurde unter diesen Umständen die Menge von 1.0 cem ‰ erreicht und überschritten. Diese schlechte Luft machte sich bereits beim Eintreten in den Raum unangenehm durch ihre drückende dumpfige Schwüle bemerkbar.

Bei allen diesen Untersuchungen bewegten sich die Zimmertemperaturen meist zwischen normalen Grenzen und wurden nur höher bei Zuführung wärmerer Luft ($\frac{2}{3}$) als vorher oder Oeffnung der Heizkörper, liessen sich jedoch gut reguliren.

Auf die Einflüsse der Heizung und Beschaffenheit der äusseren Luft auf die CO_2 -Menge in den Innenräumen will ich hier nicht weiter ein-

¹ Forster und Voit, Studien über Heizung in den Schulhäusern. *Münchener Zeitschrift für Biologie*. Bd. XIII.

gehen. Aus den Tabellen ist aber das Eine sofort zu ersehen, dass die Windstärke (nach der Beaufort'schen Scala mit still bis 12 bezeichnet) eine Rolle spielt (s. Vers. 10, 11, 18), indem sie die Erneuerung des Luftwechsels beeinflusst. Davon noch bei den Ventilationsbestimmungen.

Welche Verunreinigung der Luft die Beleuchtung hervorruft, hat Erismann¹ durch seine Untersuchungen deutlich gezeigt. Auch wir haben bei allen Versuchen eine Steigerung der CO₂-Menge in beleuchtetem Raume constatirt, besonders deutlich in geschlossenem, überbelegtem. Diese Vermehrung durch eine Gasflamme allein zeigt sich deutlich (Vers. 13) im leeren Zimmer, wo innerhalb einer Stunde ein Plus von 0.25 $\frac{0}{100}$ CO₂ zu Stande kommt.

Das sind die Hauptthatsachen, die aus unseren Untersuchungen sprechen, während eine vollständige Zergliederung der einzelnen Versuche wohl noch manch andere Gesichtspunkte ergeben könnte, die wir aber ausser Acht lassen wollen, um von unserem eigentlichen Zwecke, die vorliegende Ventilationsanlage auf ihre Functionstüchtigkeit zu prüfen, nicht zu weit abzukommen.

Es erhellt aus der ganzen Versuchsreihe, dass bei nicht zu grosser Kinderzahl in den Krankenzimmern und richtig gehandhabtem Ventilationsapparat sich eine gute Luft erzielen lässt, so rein sogar, wie im Freien, wo ja auch der CO₂-Gehalt pro 1000 ccm 0.6 ccm erreichen kann. Dem Virchow'schen² Satze zustimmend, dass es unmöglich sei, in geschlossenen Räumen ganz reine Luft zu bekommen, vergessen wir doch nicht, dass die geschilderten Krankenzimmer durch die Luftschächte mit der Aussenluft lebhaft communiciren, also nicht geschlossen sind.

Bei Einrichtung der Krankenzimmer wurde für jedes Krankenbett ein Luftraum von 32 cbm in Anschlag gebracht und eine Ventilationsmenge von mindestens 60 cbm pro Kopf und Stunde bei wenigstens 2.5 maliger Lufterneuerung in einer Stunde.

Sehen wir, wie sich zu diesen angenommenen Normen die Autoren verhalten. Herter³ verlangt für gewöhnliche Kranke 60 bis 70 cbm Luftzufuhr; für Verwundete 100; für an epidemischen Krankheiten Leidende 150 cbm Luft pro Stunde. Virchow⁴ sagt in seinem Gutachten über Schulventilation, Elementarschüler bedürften einer um die Hälfte, Mittel-

¹ Erismann, Verunreinigung der Luft durch künstliche Beleuchtung. *Zeitschrift für Biologie*. Bd. XII.

² Virchow, Gutachten der K. wissensch. Dep. u. s. w. über zweckm. Ventilation u. Heizung von Schulzimmern. *Vierteljahrsschrift für gerichtl. Medicin*. 1875. Bd. XXII. S. 280.

³ Herter. *Ebenda*. Bd. XXI. S. 257.

⁴ Virchow, a. a. O.

| Abtheilung und Zimmer | Raum- inhalt cbm | Bestimmt für Kinder | Es treffen Cubikmeter pro Bett bei Belegung mit | | | | | |
|-----------------------------|------------------------|---------------------------|--|------|------|-------|------|-----------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 Kindern |
| Z. 33 Poliklinik | 51 | 1 (—2) | 51 | 25·5 | 17·0 | 15·25 | — | — |
| Z. 9 Diphtheriepavillon | 64 | 2 | 64 | 32 | 21·3 | 16·0 | — | — |
| Z. 14 Diphtheriepavillon | 192 | 6 | 192 | 96 | 64·0 | 48·0 | 38·4 | 32 |

schüler einer um ein Drittel geringeren Ventilation als der Erwachsene, da der Unterschied der CO_2 -Ausscheidung zwischen Erwachsenen und männlichen Kindern wenigstens $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ betrage. Wolpert¹ verlangt für ein gesundes Kind nur 10 bis 20 cbm, für Erwachsene 20 bis 40 cbm, für jeden Kranken 60 bis 100 cbm Luftzufuhr in der Stunde.

Was den jedem Kranken zugemessenen Raum betrifft, so verlangt Böhm² 40 bis 50 cbm pro Bett. Rauchfuss³ fordert 36 bis 40 cbm Luft-raum und spricht aus, dass Kinder und Erwachsene den gleichen Platz zugemessen bekommen müssen, zumal die grosse Zahl des Pflegepersonals (s. bei meinen CO_2 -Bestimmungen) neben anderen Dingen (Verunreinigungen u. s. w.) Quellen der Luftverderbniss werden können. Damit erklären auch wir uns einverstanden.

Bei vollbelegten Zimmern haben unsere kranken Kinder nicht den grossen Luftcubus pro Bett, wie im Kinderhospital in London, nämlich 68 cbm. Dass aber auch eine Quadratbodenfläche von 8 qm bei 4 m Zimmerhöhe völlig hinreicht, werden diese Untersuchungen, glaube ich, zeigen können. Bei Ueberbelegung der Zimmer haben wir allerdings pro Kind dann gleich beträchtlich geringeren Raum, was aber durch gute Ventilation wohl theilweise ausgeglichen werden kann.

Ueber den den Kindern in dem untersuchten Raume zur Verfügung stehenden Luftcubus und über die Heizungs- und Ventilationsverhältnisse giebt obige Tabelle Aufschluss.

Hierzu ist noch zu bemerken, dass der Pavillon für Diphtheriekranken in seinem vorderen und hinteren Abschnitt mit getrennten Luftschächten versehen ist, so dass Zimmer 9 von anderer Richtung her die Luft zugeführt erhält als Zimmer 14.

¹ Wolpert, *Gartenlaube*. 1889.

² Böhm, Artikel „Spital“ in Eulenburg's *Realencyklopädie*.

³ Rauchfuss, *Kinderheilanstalten*. Gerhardt's *Handbuch*. Bd. I.

| Heizung | Zuführung | | | Aspiration | | |
|---|------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Klappen- zahl | Quer- schnitt gem | in welcher Höhe m | Klappen- zahl | Quer- schnitt gem | in welcher Höhe m |
| Dampfheizung | 1 | 364 | 2 | 1 obere 1 untere | 364 364 | 4 am Boden |
| 1 Dampfwasser- heizkörper | 1 | 676 | 2 | 1 obere 1 untere | 546 546 | 4 am Boden |
| 2 Dampfheizkörper und Wandheizröhren | 2 | 780 780 | 2 | 1 obere 1 untere | 1300 1300 | 4 am Boden |

Die Messungen der Geschwindigkeit der Luft in diesen Ventilations-
schächten geschah nach bekannten Principien und Regeln mit einem
Fuess'schen Contactanemometer, welcher mit Correcturtafel versehen war,
und uns vom hygienischen Institut freundlichst zur Verfügung gestellt
worden war. Ueber die Resultate giebt die nachfolgende Tab. (S. 218 ff.)
Aufschluss, sowie über den Einfluss des Temperaturunterschiedes zwischen
Innen- und Aussenluft, die Einwirkung des Windes auf die Luftgeschwin-
digkeit; die Folgen unrichtiger Bedienung der Vorrichtungen u. s. w.

Schon der erste Versuch (1 a und b) in Zimmer 9 D. übertrifft die
gestellten Forderungen und Erwartungen, indem wir zweimal an der oberen
Oeffnung eine 4.17 malige bzw. 4.06 malige Lüfterneuerung, bei einer
dritten, Abends, an der unteren Suctionsöffnung vorgenommenen Unter-
suchung eine 3.69 malige constatirten. Trotz dieser bedeutenden Luft-
geschwindigkeit wurde nichts von sogenannter „Zugluft“ bemerkt. Bei
der Aspiration in Bodennähe zeigte sich ein merklich geringerer
Luftwechsel, und auch schon bei der zweiten Messung ist die Luft-
menge um einige Cubikmeter in der Stunde geringer. Die Differenzen
zwischen Innen- und Aussenluft betragen 11.0, bzw. 12.0 und 11.5° R.,
verändern sich also wenig. Die Windstärke ist mässig (entsprechend = 4
der grossen Beaufort'schen Scala) und bleibt den Tag über constant.
Da also nicht in der Windstärke und Temperatur der Grund der geringeren
Ventilation im zweiten Falle liegen kann — die Temperaturdifferenz ist
ja sogar um 1° R. höher —, so glaube ich in Hinsicht auf die anderen
Resultate, welche mit Ausnahme eines Falles, wo eine sehr grosse Tem-
peraturdifferenz die Ventilation begünstigt (Versuch 13a), Nachmittags
etwas geringeren Luftwechsel ergeben, die Ursache im Maschinen-
hause suchen zu müssen, d. h. darin, dass die Kesselheizung und damit
die Anwärmung der Ventilationsspiralen gegen Abend geringer wird. Wäre
diese Verminderung, die übrigens immer innerhalb enger Grenzen bleibt,
nur in unserem ersten Falle gefunden worden, so könnte man auch vielleicht

a) Abführung der Luft durch

| Versuchs-Nr. | Datum | Stunde | Zimmer, Abtheilung, Raum in cbm. | Temperatur (Grad R.) | | | | Barometer- stand mm | Windstärke 0—12 | Zuführg. vor- gewärmt. Luft | | Heizung | |
|--------------|----------|--------------------------|--|-------------------------|--------------|-----------|--------------------------|---------------------------|--------------------|--------------------------------------|-----------------------|--|---------------|
| | | | | im Zimmer | im Freien | Differenz | im unters. Schacht | | | Klappen- stellung | Maass der Vorwärm. | Stellung der Ventile | Maass |
| 1a | 14./III. | 9 ^h V. | 9 D. 64 | 15 | 4 | 11 | 18 | 751.6 | 4 | offen | $\frac{1}{3}$ | geschlossen | — |
| | | 4 ^h N. | | 16.5 | 4.5 | 12 | 21 | 750.8 | 4 | „ | $\frac{1}{3}$ | offen s. 6 St. | $\frac{1}{3}$ |
| 2 | 17./III. | 8 ^h 30' Vorm. | 14D. 192 | 16.5 | 3.25 | 13.25 | 18.5 | 753.1 | 3 | beide offen | $\frac{1}{3}$ | 2 Heizkörp. und Wandröhren offen seit 1 Std. | $\frac{1}{3}$ |
| | | 2 ^h N. | | 15 | 12.25 | 3.25 | 16 | 753.0 | 2 | „ | 0 seit 2 St. | geschl. seit 4 Std. | — |
| 3a | 18./III. | 5 ^h N. | 14D. 192 | 13 | 5 | 8 | 15 | 750.7 | still | „ | $\frac{1}{3}$ | geschl. | — |
| 4a | 19./III. | 3 ^h N. | 14D. 192 | 14.5 | 3 | 11 | 17 | 743.6 | 1 | beide offen seit 2 Std. | $\frac{1}{3}$ | 2 Heizkörp. und Wandröhren offen seit 2 Std. | $\frac{1}{3}$ |
| 5a | 26./III. | 8 ^h V. | 33 P. 51 | 17 | 6 | 11 | 19.5 | 750.3 | 6 | offen | $\frac{1}{3}$ | geschl. | — |
| 6a | 27./III. | 9 ^h V. | 33 P. 51 | 17.75 | 1.25 | 16.5 | 21.0 | 749.0 | 1 | „ | $\frac{1}{3}$ | offen s. 1 St. | — |
| 7a | 3./IV. | 8 ^h V. | 33 P. 51 | 14.75 | 0.75 | 14.0 | 16.5 | 757.7 | 4 | „ | $\frac{1}{3}$ | geschl. | — |
| 9 | 9./IV. | 9 ^h V. | 33 P. 51 | 18 | 5.5 | 12.5 | 21.5 | 755.4 | 3 | „ | $\frac{2}{3}$ | geschl. | — |
| 4b | 19./III. | 9 ^h V. | 14D. 192 | 12 | 2 | 11 | 13.5 | 743.0 | 3 | 1 offen 1 geschl. seit 15 Std. | $\frac{1}{3}$ | geschl. | — |
| | | 12 ^h M. | | 11 | 2 | 9 | 12.5 | 743.6 | 1 | 2 geschl. seit 2 Std. | — | geschl. | — |
| 10a | 28./III. | 8 ^h V. | 33 P. 51 | 17 | 1.5 | 15.5 | 18 | 745.5 | 1 | geschl. | — | geschl. | — |

b) Abführung der Luft durch

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----------|--------------------|----------|-------|------|-------|-------|-------|---|------------------------|---------------|--|---------------|
| 11 | 12./III. | 1 ^h N. | 9 D. 64 | 14 | 7 | 7 | 14.5 | 750.6 | 4 | offen | $\frac{1}{3}$ | geschl. | — |
| | | 5 ^h N. | | 16 | 4.5 | 11.5 | 15.5 | 752.1 | 4 | „ | $\frac{1}{3}$ | offen s. 2 St. | $\frac{1}{3}$ |
| | | 6 ^h N. | | 16 | 4.5 | 11.5 | 16 | 752.6 | 4 | „ | $\frac{1}{3}$ | offen | $\frac{1}{3}$ |
| 12 | 13./III. | 8 ^h V. | 9 D. 64 | 16.75 | 1 | 15.75 | 15.75 | 756.5 | 1 | „ | $\frac{1}{3}$ | offen s. 1 St. | $\frac{1}{3}$ |
| | | 3 ^h N. | | 16 | 7.25 | 8.75 | 15 | 756.0 | 3 | „ | $\frac{1}{3}$ | geschl. seit 6 St. | — |
| 1b | 14./III. | 5 ^h N. | 9 D. 64 | 16 | 4.5 | 11.5 | 16.0 | 749.9 | 4 | „ | $\frac{1}{3}$ | offen s. 7 St. | $\frac{1}{3}$ |
| 13a | 16./III. | 12 ^h M. | 14D. 192 | 18.75 | 8 | 10.75 | 19.75 | 752.6 | 2 | 2 offen seit 2 Std. | $\frac{1}{3}$ | offen (2 Heizkörp. seit 5 Std., Wandröhr. seit 2 Std.) | $\frac{1}{3}$ |
| | | 4 ^h N. | | 22 | 15 | 7 | 22.5 | 752.2 | 2 | 2 offen | $\frac{1}{3}$ | offen | $\frac{1}{3}$ |
| | | 6 ^h N. | | 19.5 | 7.25 | 12 | 19.5 | 752.2 | 2 | 2 offen | $\frac{1}{3}$ | geschl. seit 1 Std. | — |

Die unterstrichenen Ziffern be-

die obere Oeffnung ($\frac{3}{3}$).

| Gesamt- luftmenge pro Stunde ebm | Cubikmeter Luft pro Kopf und Stunde bei Belegung des Raumes mit | | | | | | | Wie oftmaliger Luftwechsel pro Stunde im Raum | Bemerkungen. |
|---|--|----------|----------|----------|---------|---------|---------|---|---|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 Kind. | | |
| 267·4592 | 133·7296 | 89·1531 | 66·8648 | — | — | — | — | 4·17 | Von 12 Uhr Mitt. ab sinkt d. Kessel- druck v. $2\frac{1}{2}$ Atm. auf $\frac{1}{2}$ Atm. |
| 259·7475 | 129·8730 | 86·5825 | 64·9369 | — | — | — | — | 4·06 | |
| 556·1024 | 278·0512 | 185·3675 | 139·0256 | 111·2205 | 92·6837 | 79·4432 | 69·5128 | 2·90 | |
| 357·3570 | 178·6785 | 119·1190 | 89·3393 | 70·4714 | 59·5595 | 51·0510 | 44·6696 | 1·86 | |
| 579·2748 | 289·6374 | 193·0916 | 144·8182 | 115·8550 | 96·5458 | 82·7535 | 72·4094 | 3·02 | |
| 551·4288 | 275·7144 | 183·8096 | 137·8572 | 110·2858 | 91·9048 | 78·7898 | 68·9286 | 2·87 | |
| 177·6728 | 88·8364 | 59·2243 | 44·4182 | — | — | — | — | 3·48 | |
| 153·9545 | 76·9773 | 51·3182 | 35·9886 | — | — | — | — | 3·02 | |
| 163·1928 | 81·5964 | 54·3976 | 40·7982 | — | — | — | — | 3·20 | |
| 121·9961 | 60·9981 | 40·6654 | 30·4490 | — | — | — | — | 2·36 | |
| 529·7136 | 264·8568 | 176·5712 | 132·4284 | 105·9427 | 88·2856 | 75·6733 | 66·2142 | 2·76 | |
| 282·1572 | 141·0786 | 94·0524 | 70·5393 | 56·4314 | 47·0262 | 40·3082 | 35·2697 | 1·47 | |
| 138·8268 | 69·4134 | 46·2756 | 39·9067 | — | — | — | — | 2·72 | |

die untere Oeffnung ($\frac{3}{3}$).

| | | | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|------|--|
| 220·6734 | 110·3367 | 73·5578 | 54·1684 | — | — | — | — | 3·45 | In der Nähe der Zuführungsklappe Gefühl von Zug. |
| 220·8876 | 110·4438 | 73·6292 | 54·2219 | — | — | — | — | 3·45 | |
| 220·5108 | 110·2554 | 73·5036 | 54·1277 | — | — | — | — | 3·45 | |
| 275·5706 | 137·7853 | 91·8569 | 68·8927 | — | — | — | — | 4·31 | |
| 237·2807 | 118·6404 | 79·0936 | 59·3202 | — | — | — | — | 3·72 | |
| 236·3567 | 118·1784 | 78·7856 | 59·0892 | — | — | — | — | 3·69 | Um $5\frac{1}{2}$ Uhr 1 Gasflamme |
| 591·9576 | 295·9788 | 197·3192 | 147·9894 | 118·3915 | 98·6596 | 84·5653 | 73·9697 | 3·08 | |
| 492·5232 | 246·2616 | 164·1744 | 123·1308 | 98·5046 | 82·0872 | 70·3605 | 61·5654 | 2·57 | |
| 612·4092 | 306·2046 | 204·1364 | 153·1023 | 122·4818 | 102·0682 | 87·4870 | 76·5512 | 3·19 | |

deuten die höchste Belegung.

| Versuchs-Nr. | Datum | Stunde | Zimmer, Abtheilung, Raum in ebm | Temperatur (Grad R.) | | | | Barometer- stand mm | Windstärke 0—12 | Zuführung vor- gewärmter Luft | | Heizung | |
|--------------|----------|--------------------|---------------------------------------|-------------------------|--------------|-----------|-----------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------------------|-----------------------|---|-------|
| | | | | im Zimmer | im Freien | Differenz | im unters. Schacht | | | Klappen- stellung | Maass der Vorwärm. | Stellung der Ventile | Maass |
| 4c | 19./III. | 4 ^h N. | 14 D. 192 | 16.5 | 3.5 | 13 | 17.5 | 743.4 | 1 | 2 offen | 1/3 | 2 Heizkörp. und Wand- röhr. offen | 1/3 |
| 14 | 24./III. | 8 ^h V. | 33 P. 51 | 15.25 | 0.25 | 16 | 15.5 | 758.5 | 1 | offen | 1/3 | geschl. | — |
| 15 | 25./III. | 8 ^h V. | 33 P. 51 | 15.5 | 0.5 | 15 | 16 | 754.4 | 1 | „ | 1/3 | offen s. 1 St. | — |
| | | 5 ^h N. | | 15.5 | 2.5 | 13 | 15.5 | 751.7 | 3 | „ | 1/3 | offen | — |
| 5b | 26./III. | 9 ^h V. | 33 P. 51 | 16.5 | 6.5 | 10 | 14.5 | 750.3 | 6 | „ | 1/3 | geschl. | — |
| 6b | 27./III. | 8 ^h V. | 33 P. 51 | 17 | 1 | 16 | 18 | 749.0 | 1 | „ | 1/3 | off. s. 1/2 St. | — |
| 16a | 1./IV. | 9 ^h V. | 33 P. 51 | 14 | 2.5 | 11.5 | 14.5 | 753.7 | 2 | „ | 1/3 | geschl. | — |
| 17 | 2./IV. | 9 ^h V. | 33 P. 51 | 14 | 1.5 | 12.5 | 15 | 755.8 | 3 | „ | 1/3 | geschl. | — |
| 8a | 4./IV. | 12 ^h M. | 33 P. 51 | 16.5 | 7.5 | 9 | 17 | 758.7 | 5 | „ | 1/3 | offen | — |
| 18 | 8./IV. | 9 ^h V. | 33 P. 51 | 17.25 | 4 | 13.25 | 18 | 748.1 | 2 | „ | 2/3 | offen | — |
| 13b | 16./III. | 8 ^h V. | 14 D. 192 | 14.75 | 4 | 10.75 | 14 | 753.4 | 3 | 2 geschl. | — | 2 Heizkörp. offen s. 1 St. Wandröhr. geschl. | 2/3 |
| 3b | 18./III. | 12 ^h M. | 14 D. 192 | 14 | 6 | 8 | 14 | 751.7 | still | 1 offen 1 geschl. seit 3 Std. | 1/3 | geschl. | — |
| 10b | 28./III. | 9 ^h V. | 33 P. 51 | 17.5 | 2.5 | 1.5 | 16.5 | 745.5 | 1 | geschl. | — | geschl. | — |

c) Zuführung

| Versuchs-Nr. | Datum | Stunde | Zimmer, Abtheilung, Raum in ebm | Temperatur (Grad R.) | | | | Maass der Vorwärmung | Barometer- stand mm | Windstärke 0—12 | Geöffnete Klappe für Aspiration | Heizung | |
|--------------|----------|-------------------|---------------------------------------|-------------------------|--------------|-----------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------|--|--|-------|
| | | | | im Zimmer | im Freien | Differenz | im unters. Schacht | | | | | Stellung der Ventile | Maass |
| 19 | 15./III. | 9 ^h V. | 9 D. 64 | 17.5 | 3.5 | 14 | 23 | 1/3 | 747.6 | 3 | untere | offen | 1/3 |
| 20 | 20./III. | 8 ^h V. | 14 D. 192 | 13.75 | — 1 | 14.75 | 17.75 | 1/3 | 749.2 | 5 | „ | 1 Heizkörp. offen, 1 Heizkörp. geschl., Wandröhr. geschl. | 1/3 |
| | | 9 ^h V. | | 15.25 | 1 | 14.25 | 18.25 | 1/3 | 749.3 | 5 | obere | „ | 1/3 |
| 21 | 31./III. | 9 ^h V. | 33 P. 51 | 13.75 | 2.25 | 11.5 | 23.5 | 1/3 | 747.9 | 3 | untere | geschl. | — |
| 16b | 1./IV. | 8 ^h V. | 33 P. 51 | 13.5 | 2 | 11.5 | 23.5 | 1/3 | 753.7 | 2 | obere | „ | — |
| 8b | 4./IV. | 6 ^h N. | 33 P. 51 | 17.5 | 4.5 | 13 | 25 | 1/3 | 758.7 | 4 | untere | offen s. 1 St. | — |

| Gesamt- luftmenge pro Stunde cbm | Cubikmeter Luft pro Kopf und Stunde bei Belegung des Raumes mit | | | | | | | Wie oftmaliger Luftwechsel pro Stunde im Raum | Bemerkungen. |
|---|--|----------|----------|----------|----------|---------|---------|---|--------------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 Kind. | | |
| 616·4340 | 308·2170 | 205·4780 | 154·1085 | 123·2868 | 102·7390 | 88·0620 | 77·0548 | 3·21 | |
| 150·6654 | 75·3327 | 50·2218 | 37·6664 | — | — | — | — | 2·95 | |
| 150·2461 | 75·1231 | 50·0830 | 37·5615 | — | — | — | — | 2·95 | |
| 133·3703 | 66·6852 | 44·4568 | 33·3426 | — | — | — | — | 2·62 | |
| 204·1095 | 102·0548 | 68·0365 | 51·0274 | — | — | — | — | 4·02 | |
| 149·8137 | 74·9069 | 49·9379 | 37·4534 | — | — | — | — | 2·94 | |
| 156·1822 | 78·0911 | 52·0907 | 39·0456 | — | — | — | — | 3·06 | |
| 156·7981 | 78·3991 | 52·2660 | 39·1995 | — | — | — | — | 3·07 | |
| 175·0913 | 87·5457 | 58·3638 | 43·7728 | — | — | — | — | 3·43 | |
| 159·6024 | 79·8012 | 53·2008 | 39·9060 | — | — | — | — | 3·13 | |
| 373·6200 | 186·8100 | 124·5400 | 93·4050 | 74·7240 | 62·2700 | 53·3743 | 46·7250 | 1·94 | |
| 475·8390 | 237·9200 | 158·6130 | 118·9600 | 95·1680 | 79·3070 | 67·9770 | 59·4800 | 2·48 | |
| 136·0632 | 68·0316 | 45·3544 | 34·0158 | — | — | — | — | 2·67 | |

vorgewärmter Luft.

| Gesamt- luftmenge pro Stunde cbm | Cubikmeter Luft pro Kopf und Stunde bei Belegung des Raumes mit | | | | | | | Wie oftmaliger Luftwechsel pro Stunde im Raum | Bemerkungen. |
|---|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---|---------------------------------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 Kind. | | |
| 176·0325 | 88·0163 | 58·6775 | 44·0082 | — | — | — | — | 2·75 | |
| 240·9311 | 120·4667 | 80·3104 | 60·2328 | 48·1862 | 40·1552 | 34·4187 | 20·0776 | 1·25 | 1 Zuführungs- klappe geschl. |
| 255·7012 | 127·8506 | 85·2337 | 63·9253 | 51·1402 | 42·6169 | 36·5287 | 21·3085 | 1·33 | desgl. |
| 126·9516 | 63·4758 | 42·3172 | 31·7379 | — | — | — | — | 2·49 | |
| 124·5142 | 62·2571 | 41·5047 | 31·1286 | — | — | — | — | 2·44 | |
| 125·1061 | 62·5536 | 41·7023 | 31·5285 | — | — | — | — | 2·45 | |

| Versuchs-Nr. | Datum | Stunde | Zimmer, Abtheilung Raum in cbm | Temperatur (Grad R.) | | | | Maass der Vorwärmung | Barometer- stand mm | Windstärke 0-12 | Geöffnete Klappe für Aspiration | Heizung | |
|--------------|---------|-------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------|-----------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------|--|-------------------------|-------|
| | | | | im Zimmer | im Freien | Differenz | im unters. Schacht | | | | | Stellung der Ventile | Maass |
| 22 | 6./IV. | 3 ^h V. | 33 P. 51 | 16 | 5 | 11 | 25 | $\frac{1}{3}$ | 754.1 | 4 | obere | geschl. | — |
| | | 5 ^h N. | | 18 | 8 | 10 | 29.5 | $\frac{1}{3}$ | 754.0 | 2 | „ | offen s. 7 St. | — |
| 23 | 10./IV. | 9 ^h V. | 33 P. 51 | 17 | 4.5 | 12.5 | 25.5 | $\frac{2}{3}$ | 759.5 | 2 | untere | geschl. | — |
| | | 5 ^h N. | | 16.75 | 6 | 11.75 | 21 | $\frac{2}{3}$ | 759.5 | 2 | „ | „ | — |
| 7b | 3./IV. | 9 ^h V. | 33 P. 51 | 15 | 2.5 | 13.5 | 22 | $\frac{1}{3}$ | 757.6 | 4 | { obere halb untere „ | „ | — |
| 24 | 7./IV. | 9 ^h V. | 33 P. 51 | 17 | 5.5 | 11.5 | 21 | $\frac{1}{3}$ | 752.2 | still | { obere halb untere „ | „ | — |
| | | 5 ^h N. | | 17 | 11.5 | 5.5 | 27 | $\frac{1}{3}$ | 749.2 | 3 | „ | „ | — |

den Umschlag des Windes von OSO und ONO an diesem Tage verantwortlich machen (der Luftschacht ist in N-Richtung gelegen). Einen derartigen Einfluss kann ich jedoch nur vermuthen, nicht begründen, und überlasse die Ergründung dieser meteorologischen Verhältnisse dem Fachmann.

Dass die richtige Bedienung der Ventilationseinrichtung im Maschinenraum eine Grundbedingung für deren richtige Function ist, zeigt uns Vers. 2, wo ein Sinken des Dampfkesseldruckes von $2\frac{1}{2}$ auf $\frac{1}{2}$ Atm. in Folge mangelhafter Kohlenspeisung zu einem Minus von fast 200 cbm Luftabfuhr pro Stunde im Zimmer 14 D. führt. Jedoch auch bei diesem geringen Druck treffen, wenn der Raum vollbelegt ist, noch zwischen 59 und 60 cbm Luftwechsel auf Kopf und Stunde bei einer 1.86 maligen Lufterneuerung in derselben Zeit. Man ersieht also auf jedem Fall daraus, dass ein Druck, der geringer ist als $2\frac{1}{2}$ Atm., auch schon zu guter Ventilation genügen würde, wenn die Spannung nur höher als $\frac{1}{2}$ Atm. ist. Ueber die Verhältnisse bei verschiedener Bedienung der Einrichtungen in den Krankenzimmern selbst erhalten wir Aufschluss in den folgenden Bestimmungen.

Anderen Tages (Vers. 3a und b) wurde nämlich bei normalen Verhältnissen im Anheizraume die eine Klappe für Zuführung vorgewärmter Luft geschlossen und drei Stunden später an der in Deckennähe befindlichen Oeffnung anemometrische Bestimmungen vorgenommen. Es war Windstille, die Temperaturdifferenz betrug 8° R. Bei einem 2.48 maligen Wechsel trafen auf den Kranken, bei gedachter Vollbelegung, 79.3 cbm; bei Belegung mit 7 und 8 Kindern 68 bzw. 59.5 cbm Luft in der Stunde.

Nachmittags resultirten, als beide Zuführungscanäle offen standen, bei gleichen übrigen Verhältnissen 96.5, 82.8, 72.4 cbm.

| Gesamt- luftmenge pro Stunde cbm | Cubikmeter Luft pro Kopf und Stunde bei Belegung des Raumes mit | | | | | | | Wie oftmaliger Luftwechsel pro Stunde im Raum | Bemerkungen. |
|---|--|---------|---------|---|---|---|---------|---|--------------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 Kind. | | |
| 131·0684 | 65·5342 | 43·6895 | 32·7671 | — | — | — | — | 2·57 | |
| 126·8554 | 63·4277 | 42·2851 | 31·7139 | — | — | — | — | 2·49 | |
| 131·5096 | 65·7548 | 47·1699 | 33·6274 | — | — | — | — | 2·58 | |
| 113·6532 | 56·8266 | 37·8844 | 28·4133 | — | — | — | — | 2·23 | |
| 119·9506 | 59·9753 | 39·9835 | 29·9876 | — | — | — | — | 2·35 | |
| 114·9221 | 57·4611 | 38·3074 | 28·7305 | — | — | — | — | 2·25 | |
| 111·5150 | 55·7575 | 37·1717 | 27·8788 | — | — | — | — | 2·19 | |

Am anderen Morgen (Vers. 4a, b, c) wurde wiederum eine Zuführungsklappe geschlossen. Der Temperaturunterschied war = 11; die Windstärke = 3. Bei einer 2·76 maligen Lüfterneuerung wurden für 6, 7, 8 Kranke 88·3; 75·7; 66·2^{cbm} Luft in der angenommenen Zeiteinheit von 1 Stunde aspirirt.

Eine Stunde später wurde auch der zweite Zuführungsschacht abgesperrt und bei einer Differenz von 9° R. berechneten sich die Luftmengen auf 47, 40·3, 35·3^{cbm} mit 1·47 maligem Austausch der Zimmerluft.

Nach drei Stunden ergibt die Berechnung bei freier Zuführung (seit zwei Stunden wieder geöffnet), gleicher Windstärke und einem Temperaturunterschied von 11° R.: eine 2·87 malige Aspiration der verdorbenen Luft mit einem Maass von 91·9, 78·8, 68·9^{cbm} bei Anwesenheit von 6, 7, 8 Personen.

Diese drei Bestimmungen hatten an der oberen Ausströmungsöffnung stattgefunden. Eine solche an der unteren, bei völlig freier Zuführung, der hohen Differenz von 13° R. und einer Windstärke = 1 lieferte die hohen Zahlen 102·7, 88·1, 77·1^{cbm}, d. h. 3·21 maligen Austausch.

Ueber die Vorzüge bezw. Nachtheile der Ventilation in Bodennähe oder Deckennähe sollte Versuch 5a und b Kenntniss geben. Die meteorologischen Beziehungen waren bei a und b fast gleich, nur bei a die Temperaturdifferenz zwischen Zimmer- und Aussenluft um 1° R. höher. Es zeigte sich nun an der unteren Klappe eine stärkere Suction (4·02 maliger Luftwechsel und für drei Kinder völlig ausreichende Luftgrössen) als an der oberen (3·48 maliger Luftwechsel, für zwei Kinder reichliche, für drei weniger als 60^{cbm} betragende Mengen Luft pro Kopf und Stunde).

Wieder anders gestaltet sich die Sache am 27./III. (Vers. 6a und b). Bei gleicher Temperaturdifferenz, gleicher Windstärke, glei-

chem Barometerstand, im Zwischenraum von einer Stunde gemessen, ist die Ventilation an der oberen Oeffnung um einige Cubikmeter besser als unten.

Die Untersuchungen waren an beiden Tagen in gleicher Weise vorgenommen, nur mit dem Unterschied, dass in Versuch 5 zuerst die Untersuchung an der oberen, in Versuch 6 zuerst an der unteren Ausströmungsöffnung geschah; bei 5 die Heizung abgeschlossen war, bei 6 fungirte.

Bei 5 sind die Temperaturdifferenzen geringer, dagegen der Wind ein stärkerer (= 6 gegen 1 in Nr. 6) und daher werden grössere Luftmengen angesaugt.

Versuch 6 scheint mir, weil die anderen Verhältnisse sich zwischen den beiden Bestimmungen nicht geändert haben, zu Gunsten der Aspiration in Deckennähe zu sprechen, wenn auch die Vortheile in Zahlen keine sehr grossen sind.

Auch bei der demnächst vorgenommenen Messung (Vers. 10 a u. b) wurde oben um 2.8^{cbm} in der Stunde mehr aspirirt als unten, was vielleicht auch dem um nur 0.5° R. höheren Temperaturunterschied beizumessen ist. Wiederum wurden die kleineren Zahlen bei der zweiten Bestimmung gefunden. Trotz Abschluss des Zuführungsschachtes fungirte die Suction zur Zufriedenheit. Hierbei muss ich allerdings bemerken, dass Fenster und Thüren nicht sehr dicht schlossen. Temperaturdifferenzen und Windstärke können Hand in Hand gehen; d. h. bei stärkerem Wind und grösserer Temperaturdifferenz dürfen wir sicher eine erhöhte Ventilation erwarten. Dies zeigt uns innerhalb kleiner Grenzen schon Vers. 16 a und 17.

Bei wenig schwankenden Temperaturdifferenzen, die hauptsächlich durch Abstellen und Einstellen der Heizung hervorgerufen sind, aber gleicher Windstärke zeigte sich eine fast vollkommene constant bleibende Ventilationsgrösse von 220.7, 220.9, 220.5^{cbm} Luftaspiration pro Stunde, gleichkommend 3.45 maligem Luftaustausch in derselben Zeit und für drei Kinder (das Zimmer soll nur mit zweien belegt werden) noch sehr gut ausreichend. (Vers. 11.)

In Vers. 12 finden wir wiederum Nachmittags weniger gute Abfuhr als Morgens bei stärkerem Wind, aber bedeutend geringerer Temperaturdifferenz zwischen Innen und Aussen. Es ist jedoch beide Male reichlicher Luftwechsel vorhanden, Vormittags 4.31 maliger, der höchste von mir beobachtete, ohne dass unangenehme Zugluft bemerkbar gewesen wäre. Vormittags würden die Ventilationsmengen noch für die doppelte Krankenzahl, als vorgesehen, reichlich genügt haben, Nachmittags nicht mehr ganz (bei 4 Kindern 59.1^{cbm} pro Kopf und Stunde).

Sehen wir uns ähnliche Verhältnisse auf der poliklinischen Station an, so finden wir in Nr. 6 a und b und 14 bei einem um einige Zehntel Grade höheren Unterschied und gleicher Windstärke bei ebenfalls vormittägigen Untersuchungen einen kleineren Luftwechsel: 3.62 maligen an der oberen Klappe um 9 Uhr Vormittags; 2.94 maligen und 2.95 maligen um 8 Uhr Vormittags an der unteren Ausströmungsöffnung.

Was die Suction bei möglichst vollkommenem Abschluss der Zuführung leiste, wurde nochmals am 16./III. (Vers. 13 a und b, Curve 10) geprüft.

Beide Zuführungskanäle wurden im Zimmer 14 D durch Schluss der Klappen ausgeschaltet. Es blieb nur die Zuleitung durch die nicht sehr gut schliessenden Thüren und Fenster. Die Prüfung ergab eine Aspiration von 373.6 ^{cbm} in der Stunde durch die untere Ausströmung. Nachdem seit 10 Uhr die Zuführung wieder fungirte, fand sich um 12 Uhr Mittags eine viel bedeutendere Luftansaugung, nämlich 592 ^{cbm} pro Stunde, d. i. im ersten Fall 62.3 ^{cbm}, im zweiten 98.7 ^{cbm} pro Kopf und Stunde, den Raum mit 6 Kindern belegt gedacht.

Bei der nachmittägigen Untersuchung macht sich die geringere Temperaturdifferenz bei sonst gleichen Verhältnissen durch Verminderung des Aspirationsvermögens um fast 100 ^{cbm} in der Stunde bemerklich, während bei einer Steigerung des Unterschiedes bis auf 12° R. eine ebenso bedeutende Steigerung der Aspiration eintritt.

In diesem Raume reichten die Luftmengen bei richtiger Luftzuführung auch für 8 Kinder noch gut aus, bei gehindertem Luftzutritt bereits für 7 Kranke nicht mehr. Der Eintritt der Luft durch Kanäle wird immer, wenn er nicht durch Pulsion begünstigt ist, langsamer erfolgen als der Austritt, welchen Suctionsvorrichtungen fördern. Doch müssen wir verlangen, dass pro Stunde ein Minimum von 60 ^{cbm} Luft für jeden Kranken einströme. Das fand auch in der That bei allen darauf hinausgehenden Prüfungen unserer Ventilation statt. Jede Ueberbelegung der Räume aber würde mit geringerer, in manchen Fällen zu geringer Zufuhr für den Einzelnen verbunden sein.

Im Zimmer 33 der poliklinischen Abtheilung, mit einem Inhalt von 51 ^{cbm}, für 1 Kind reichlich, für 2 zu klein bemessen, trafen in 6 Fällen, noch bei Belegung mit 2 Kranken, über 60 ^{cbm} Luft auf 1 Kind in der Zeiteinheit; in 4 anderen jedoch schon einige Cubikmeter weniger. Bei 3 Untersuchungen der letzten Kategorie standen die Klappen an den Saugkanälen in Zwischenstellung (vgl. die diesbezügl. CO₂-Bestimmungen).

Wir glauben hiermit die Hauptgesichtspunkte, von welchen aus sich die vorliegende Ventilationseinrichtung betrachten lässt, erörtert zu haben. Hierbei sind wir zu folgenden Ansichten über die Luft in den von uns untersuchten Krankenzimmern gekommen:

Die Luft hat sich in den meisten Fällen als im Pettenkofer'schen Sinne rein erwiesen und unrein nur unter einzelnen Umständen:

- a) in überbelegten Räumen und zwar besonders Morgens und Abends infolge Verunreinigung durch Gas,
- b) bei behinderter Luftzufuhr,
- c) vorübergehend, wenn mehr Personen als gewöhnlich sich im Zimmer befanden.

Die Luftzufuhr bzw. Abfuhr kann minder werden a) bei unrichtiger Bedienung im Maschinenraume, b) bei schlechter Bedienung der Klappen in den Krankenzimmern.

Die meteorologischen Verhältnisse werden wohl immer so beschaffen sein, dass sie bei richtig construirter Ventilationsanlage nicht hindernd, in vielen Fällen gewiss fördernd auf den Luftwechsel einwirken.

Eine Ventilationseinrichtung ist gut, wenn die ventilirten Luftmengen grosse sind, ohne dass jedoch unangenehme Nebenerscheinungen (Zugluft, üble Gerüche u. s. w.) sich bemerklich machen, und wenn die zu- und abgeführten Luftgrössen den Bedürfnissen der im Raume Anwesenden reichlich entsprechen. Das war nun während der Untersuchungsperiode bei richtiger Krankenzahl der Fall, mit einigen Ausnahmen, welche in vorhergehender Besprechung, deren Anregung ich der Freundlichkeit meines damaligen Chefs Herrn Director Dr. A. Baginsky verdanke, detaillirt und motivirt sind.
